



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 541 804 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.06.2005 Patentblatt 2005/24

(51) Int Cl.7: **F01D 5/00, F01D 5/30**

(21) Anmeldenummer: **04104337.3**

(22) Anmeldetag: **09.09.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(30) Priorität: **24.09.2003 DE 10344098**

(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:
• **Anner, Emil
5432 Neuenhof (CH)**
• **Sloutski, Edouard
125239 Moskau (RU)**
• **Tchekanov, Alexandre
129336 Moskau (RU)**
• **Tschuor, Remigi
8610 Uster (CH)**

(54) **Laufschaufel für eine Strömungsmaschine und zugehöriges Abziehwerkzeug**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laufschaufel (1) für eine Strömungsmaschine, umfassend ein aerodynamisches Blatt (2) und einen Fuß (3). Der Fuß (3) weist an einer vom Blatt (2) abgewandten Seite einen Verankerungsabschnitt (5) auf. Ein Rotor (4) der Strömungsmaschine weist eine zum Verankerungsabschnitt (5) komplementäre axiale Verankerungsnut (6)

auf. Zur radialen Befestigung der Laufschaufel (1) am Rotor (4) ist der Verankerungsabschnitt (5) axial in die Verankerungsnut (6) einschiebbar. Am Fuß (3) ist zumindest eine Abziehkontur (7) ausgebildet, über die mit Hilfe eines dazu komplementären Abziehglieds (15) eine axiale Abziehkraft in die am Rotor (4) befestigte Laufschaufel (1) einleitbar ist.

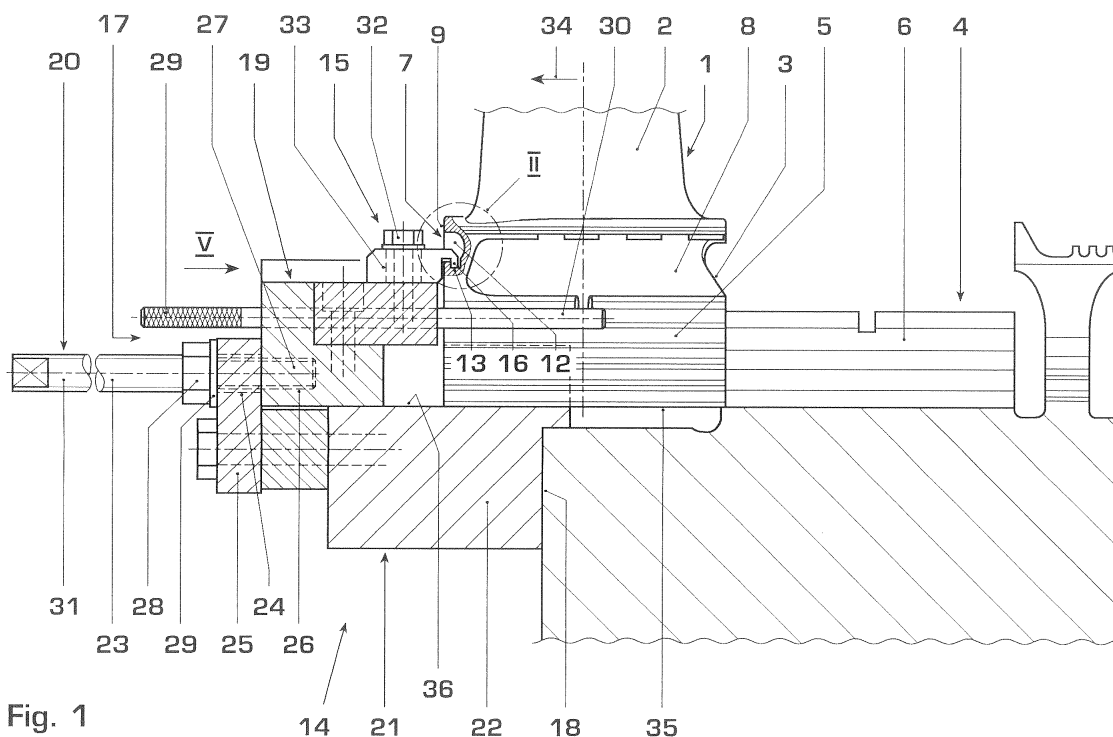


Fig. 1

EP 1 541 804 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft zum einen eine Laufschaufel für eine Strömungsmaschine und zum anderen ein Abziehwerkzeug zum Abziehen einer derartigen Laufschaufel von einem Rotor der Strömungsmaschine.

Stand der Technik

[0002] Laufschaufeln besitzen üblicherweise ein aerodynamisches Blatt sowie einen Fuß, mit dem die Laufschaufel in einem Rotor der Strömungsmaschine verankert werden kann. Zu diesem Zweck kann der Fuß an einer vom Blatt abgewandten Seite einen Verankerungsabschnitt aufweisen, der in eine dazu komplementäre, bezüglich der Rotationsachse des Rotors axiale Verankerungsnut axial einschiebbar ist. Der Verankerungsabschnitt und die Verankerungsnut sind dabei hinsichtlich ihrer Formgebung so aufeinander abgestimmt, dass sich zwischen dem Verankerungsabschnitt und der Verankerungsnut in radialer Richtung ein Formschluss ergibt, durch den die Laufschaufel am Rotor radial festgelegt bzw. verankert ist. Im Betrieb des Rotors sind die Laufschaufeln, insbesondere bei einer Gasturbine, sehr hohen Belastungen ausgesetzt, die zu einer plastischen Verformung insbesondere im Bereich des Verankerungsabschnitts und der Verankerungsnut führen können. Darüber hinaus kann es im Bereich des Verankerungsabschnitts und der Verankerungsnut zu Verschmutzungen kommen. Sofern ein äußeres Deckband vorhanden ist, können sich in Umfangsrichtung benachbarte Laufschaufeln verhängen oder verhaken. Für Wartungszwecke, Inspektionen und Reparaturen kann es erforderlich sein, eine oder mehrere Laufschaufeln vom Rotor zu demontieren. Hierzu müssen die Laufschaufeln aus der Verankerungsnut wieder herausgeschoben werden. Durch die angesprochenen Belastungen sitzen die Laufschaufeln mitunter sehr fest, so dass zum Austreiben der Laufschaufeln auch ein Holzhammer oder ein Kunststoffhammer zur Anwendung kommen kann. Hierdurch kann es allerdings zu Beschädigungen der Laufschaufeln kommen. Wenn darüber hinaus mehrere Laufschaufeln über das äußere Deckband miteinander verhängen bzw. miteinander gekoppelt sind, müssen diese Laufschaufeln quasi gleichzeitig aus den Verankerungsnuten herausgeschoben werden, wodurch sich das zuvor beschriebene Problem vervielfacht.

Darstellung der Erfindung

[0003] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für Laufschaufeln der eingangs genannten Art einen Weg aufzuzeigen, der

das Entfernen der Laufschaufeln vom Rotor der Strömungsmaschine vereinfacht.

[0004] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die einzelnen Laufschaufeln jeweils am Fuß mit wenigstens einer Abziehkontur auszustatten, die es ermöglicht, über ein dazu komplementäres Abziehglied die erforderlichen axialen Abziehkräfte in die jeweilige Laufschaufel einzuleiten. Desweiteren wird zum Antrieb des Abziehglieds ein Abziehwerkzeug vorgeschlagen, das sich beim Abziehen der jeweiligen Laufschaufel am Rotor abstützt. Mit Hilfe der Abziehkontur wird an der Laufschaufel somit eine Krafteinleitstelle bereitgestellt bzw. integral ausgeformt, was die Einleitung der erforderlichen Abziehkräfte in die Laufschaufel erheblich vereinfacht. Darüber hinaus kann die Position der Abziehkontur an der Laufschaufel so vorgegeben werden, dass die Gefahr einer Verkantung der Laufschaufel beim Abziehen reduziert ist.

[0006] Die an der Laufschaufel ausgebildete Abziehkontur kann beispielsweise eine in die Stirnseite des Fußes eingebrachte axiale Gewindebohrung sein. Das hierzu komplementäre Abziehglied ist dann durch einen Gewindebolzen gebildet, der in die Gewindeöffnung einschraubbar ist. Über eine derartige Gewinde-Verbindung können sehr hohe Abziehkräfte übertragen werden. Allerdings steht an der Laufschaufel relativ wenig Platz zur Verfügung, eine derartige Gewindebohrung einzubringen. Desweiteren ist eine derartige Gewindebohrung anfällig gegenüber Verschmutzungen.

[0007] Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Abziehkontur einen Steg, der sich quer zur Axialrichtung und quer zur Radialrichtung erstreckt und der einen Hinterschnitt bildet. Das Abziehglied kann dann zum Abziehen der Laufschaufel vom Rotor in den Hinterschnitt eingreifen und die axiale Abziehkraft über den Steg in die Laufschaufel einleiten. Für einen derartigen Steg steht am Fuß der Laufschaufel hinreichend Bauraum zur Verfügung. Desweiteren kann ein derartiger Steg bei einer entsprechenden Anordnung relativ gut gereinigt werden. Außerdem lässt sich ein derartiger Steg ohne weiteres so dimensionieren, dass hinreichend große Abziehkräfte übertragen werden können.

[0008] Das Abziehwerkzeug besitzt eine Antriebseinrichtung, die beim Abziehen der Laufschaufel vom Rotor das Abziehglied in Abziehrichtung axial antreibt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann diese Antriebseinrichtung einen Schlitten aufweisen, der das Abziehglied trägt und mittels eines Antriebs axial entlang einer Konsole verstellbar ist, die eine Abstützkontur aufweist, über die sich das Abziehwerkzeug beim Abziehen der Laufschaufel am Rotor axial abstützt. Durch die Abstützung der Reaktionskräfte am Rotor ergibt sich ein in sich geschlossener Kraftfluss, der ohne eine externe Abstüt-

zung der Reaktionskräfte auskommt und somit die Einleitung der Abziehkräfte erheblich vereinfacht.

[0009] Gemäß einer Weiterbildung kann die Konsole einen die Abstützkontur aufweisenden Träger besitzen, der als Ring oder Ringsegment ausgebildet ist, der bzw. das koaxial zum Rotor angeordnet ist, wenn das Abziehwerkzeug bestimmungsgemäß am Rotor angesetzt ist. Dieser Träger kann dann mehrere Schlitten und/oder mehrere Antriebe aufweisen, so dass es möglich ist, simultan mehrere Laufschaufeln gleichzeitig vom Rotor abzuziehen. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn mehrere Laufschaufeln über ein äußeres Deckband miteinander verhakt sind.

[0010] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Rotor einer Strömungsmaschine beim Abziehen einer Laufschaufel,

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht auf ein Detail II in Fig. 1, das einer Schnittansicht gemäß Schnittlinien II in Fig. 5 entspricht,

Fig. 3 eine Schnittansicht entsprechend Schnittlinien III in Fig. 2,

Fig. 4 eine Ansicht entsprechend einem Pfeil IV in Fig. 3,

Fig. 5 eine Ansicht auf einen Fuß der Laufschaufel entsprechend einem Pfeil V in Fig. 1.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0012] Entsprechend Fig. 1 besitzt eine erfindungsgemäße Laufschaufel 1 in üblicher Weise ein aerodynamisch geformtes Blatt 2, das zur Strömungsführung dient, sowie einen Fuß 3, mit dem die Laufschaufel 1 an einem Rotor 4 einer Strömungsmaschine, z.B. Turbine oder Verdichter, befestigt werden kann. Entsprechend den Fig. 1 und 5 ist für diese Befestigungszwecke am Fuß 3 an einer vom Blatt 2 abgewandten Seite ein Verankerungsabschnitt 5 ausgebildet, der an in Umfangsrichtung des Rotors 4 voneinander abgewandten Seiten jeweils eine Art Verzahnung aufweist, wobei diese Ver-

zahnungen in Richtung auf eine Rotationsachse des Rotors 4 konvergieren. Eine derartige Verzahnungskontur kann auch als "Tannenbaumverzahnung" bezeichnet werden.

[0013] Entsprechend Fig. 1 besitzt der Rotor 4 für jede Laufschaufel 1 eine axiale, d.h. parallel zur Rotationsachse des Rotors 4 verlaufende Verankerungsnut 6, die komplementär zum Verankerungsabschnitt 5 der Laufschaufel 1 geformt ist. Dementsprechend besitzt die Verankerungsnut 6 hier ebenfalls an Wänden, die einander in Umfangsrichtung des Rotors 4 gegenüberliegen, zur Rotationsachse des Rotors 4 hin konvergierende Achsialverzahnungen.

[0014] Die einzelnen Zähne dieser Verzahnung erstrecken sich dabei in Axialrichtung, also parallel zur Rotationsachse des Rotors 4, so dass der Verankerungsabschnitt 5 und die Verankerungsnut 6 dementsprechend Längsverzahnungen aufweisen.

[0015] Die Verankerungsnut 6 ist zumindest an einer axialen Seite, gemäß Fig. 1 links, offen, so dass die Laufschaufel 1 an dieser offenen Seite der Verankerungsnut 6 mit ihrem Verankerungsabschnitt 5 axial angesetzt und aufgeschoben werden kann. Hierbei wird der Verankerungsabschnitt 5 axial in die Verankerungsnut 6 eingeschoben. Hierdurch kommen die komplementären Formschlusskonturen von Verankerungsabschnitt 5 und Verankerungsnut 6, also hier die Verzahnungen miteinander in Eingriff, derart, dass die aufgeschobene Laufschaufel 1 in radialer Richtung durch den sich zwischen Verankerungsabschnitt 5 und Verankerungsnut 6 ausbildenden Formschluss am Rotor 4 befestigt bzw. verankert ist.

[0016] Erfindungsgemäß ist nun die Laufschaufel 1 außerdem mit einer Abziehkontur 7 ausgestattet, an der axiale Abziehkräfte in die Laufschaufel 1 einleitbar sind. Diese Abziehkontur 7 ist dabei am Fuß 3, und zwar insbesondere an einem vom Verankerungsabschnitt 5 entfernten Abschnitt 8 des Fußes 3 angeordnet. Bei der hier dargestellten, bevorzugten Ausführungsform ist die Abziehkontur 7 an einer axialen Stirnseite 9 des Fußes 3 ausgebildet. Da es sich bei einer Laufschaufel 1 üblicherweise um ein einteiliges und einstückiges Bauteil handelt, ist die Abziehkontur 7 vorzugsweise ein integraler Bestandteil der Laufschaufel 1 und kein nachträglich angebautes Bauteil.

[0017] Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist die Laufschaufel 1 mit nur einer einzigen Abziehkontur 7 ausgestattet. Es ist klar, dass die Laufschaufel 1 grundsätzlich auch mit mehreren Abziehkonturen 7 ausgestattet sein kann, was insbesondere vom Platzbedarf der jeweiligen Variante der gewählten Abziehkontur 7 abhängt.

[0018] Entsprechend den Fig. 1 bis 5 besitzt die hier gezeigte, bevorzugte Abziehkontur 7 einen Steg 10, der so angeordnet ist, dass er sich quer zur Axialrichtung und quer zur Radialrichtung, jeweils bezogen auf den Rotor 4, erstreckt, also quasi tangential zur Umfangsrichtung des Rotors 4. Desweiteren ist der Steg 10 so

angeordnet ist, dass er am Fuß 3 einen Hinterschnitt 11 bildet. An diesem Hinterschnitt 11 können nun die erforderlichen Abziehkräfte auf den Steg 10 aufgebracht und somit in die Laufschaufel 1 eingeleitet werden.

[0019] Vorzugsweise besitzt der Fuß 3 an seiner Stirnseite 9 eine axial offene Kavität 12, in welcher der Steg 10 und der Hinterschnitt 11 ausgebildet sind. Hierdurch kann die Abziehkontur 7 mit einem relativ kleinen zusätzlichen Gewicht und bei einem vergleichsweise geringen Raumbedarf in die Laufschaufel 1 bzw. in deren Fuß 3 integriert werden. Steg 10 und Hinterschnitt 11 lassen sich in der Kavität 12 besonders einfach mittels einer Nut 13 herstellen, die in der Kavität 12 in den Fuß 3 eingearbeitet ist. Die Nut 13 ist dabei ebenfalls quer zur Axialrichtung und quer zur Radialrichtung des Rotors 4, also tangential orientiert. Vorzugsweise ist die Nut 13 wie hier dargestellt in einem dem Verankerungsabschnitt 5 zugewandten Bereich der Kavität 12 angeordnet, so dass die Nut 13 an einer vom Verankerungsabschnitt 5 abgewandten Seite offen ist.

[0020] Die Kavität 12 kann bereits in einer Gießform zur Herstellung der Laufschaufel 1 berücksichtigt sein, was die Herstellung der Kavität 12 vereinfacht. Grundsätzlich können auch Steg 10 und Hinterschnitt 11 bzw. Nut 13 beim Gießen der Laufschaufel 1 integral ausgebildet werden. Ebenso ist es möglich, die Nut 13 und somit Steg 10 und Hinterschnitt 11 in der Kavität 12 durch spannabhebende Bearbeitung, z.B. durch Erodieren, nachträglich einzubringen.

[0021] Obwohl die hier dargestellte Abziehkontur 7 mit Steg 10 und Hinterschnitt 11 besonders vorteilhaft zur Einleitung der erforderlichen Abziehkräfte ist, kann die Abziehkontur 7 grundsätzlich auch jede beliebige andere, geeignete Gestalt aufweisen. Beispielfhaft sei hier eine weitere Variante genannt, bei welcher die Abziehkontur 7 durch eine Gewindebohrung gebildet ist, die in die axiale Stirnseite 9 des Fußes 3 eingebracht ist und sich dabei in Axialrichtung erstreckt.

[0022] Aufgrund der im Betrieb herrschenden hohen Belastungen der Laufschaufel 1 kann es unter anderem im Bereich des Verankerungsabschnitts 5 und der Verankerungsnut 6 zu plastischen Verformungen und/oder zu Verschmutzungen kommen, die ein axialer Abziehen der Laufschaufel 1 vom Rotor 4 erschweren. Entsprechend Fig. 1 schlägt die vorliegende Erfindung zum Abziehen der Laufschaufel 1 vom Rotor 4 ein Abziehwerkzeug 14 vor.

[0023] Dieses Abziehwerkzeug 14 besitzt zumindest ein Abziehglied 15, das komplementär zur Abziehkontur 7 ausgebildet ist. Im vorliegenden Fall weist das Abziehglied 15 einen Haken 16 auf, der in die Nut 13 eingreifen kann. Das bedeutet, dass der Haken 16 so geformt ist, dass er den Steg 10 hintergreifen kann und so in den Hinterschnitt 11 eingreifen kann. Auf diese Weise kann das Abziehglied 15 über seinen Haken 16 die erforderlichen Abziehkräfte in die Abziehkontur 7 der Laufschaufel 1 einleiten.

[0024] Das Abziehwerkzeug 14 ist außerdem mit ei-

ner Antriebseinrichtung 17 ausgestattet, mit deren Hilfe das Abziehglied 15 in Axialrichtung antreibbar ist. Desweiteren umfasst das Abziehwerkzeug 14 eine Abstützkontur 18, mit deren Hilfe das Abstützwerkzeug 14 am Rotor 4 axial abstützbar ist.

[0025] Bei der hier gezeigten Ausführungsform weist die Antriebseinrichtung 17 einen Schlitten 19 sowie einen Antrieb 20 auf. Der Schlitten 19 trägt das Abziehglied 15 und ist mit Hilfe des Antriebs 20 relativ zu einer Konsole 21 verstellbar. Die Konsole 21 ist mit der Abstützkontur 18 ausgestattet. Im vorliegenden Fall besitzt die Konsole 21 einen Träger 22, an dem die Abstützkontur 18 ausgebildet ist.

[0026] Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist der Antrieb 20 mit einer axialen Gewindestange 23 ausgestattet, die eine Durchgangsbohrung 24 durchsetzt. Diese Durchgangsbohrung 24 ist an der Konsole 21 oder wie hier an einem Bauteil 25 ausgebildet, das an der Konsole 21 befestigt ist. Ein erstes Ende 27 der Gewindestange 23 ist am Schlitten 19 befestigt. Zweckmäßig weist der Schlitten 19 hierzu eine Gewindebohrung 26 auf, in welche das erste Ende 27 der Gewindestange 23 eingeschraubt ist. Auf die Gewindestange 23 ist nun an einer vom Schlitten 19 abgewandten Seite ein Mutter 28 aufgeschraubt, die sich, z.B. über eine Scheibe 29 an der Konsole 21 bzw. am Bauteil 25 axial abstützt.

[0027] Bei der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform des Abziehwerkzeugs 14 ist außerdem eine Halteeinrichtung 29 vorgesehen, die es ermöglicht, die Laufschaufel 1 beim Abziehen seitlich, also in Umfangsrichtung abzustützen. Entsprechend den Fig. 1 und 5 besitzt die Halteeinrichtung 29 beispielsweise zwei Stangen 30, die im Schlitten 19 axial verschiebbar gelagert sind und die so angeordnet und dimensioniert sind, dass sie mit dem Verankerungsabschnitt 5 zur seitlichen Abstützung der Laufschaufel 1 zusammenwirken können. Beispielsweise greifen die Stangen 30 in die seitlichen Verzahnungen des Verankerungsabschnitts 5 ein. Die Laufschaufel 1 kann dadurch sicher am Schlitten 19 gehalten werden.

[0028] Es ist klar, dass das Abziehglied 15 grundsätzlich auch eine andere Gestalt aufweisen kann. Beispielfhaft sei auch hier eine Variante erwähnt, bei welcher das Abziehglied 15 als Gewindebolzen ausgebildet sein kann, der in eine dazu komplementäre, als Gewindebohrung ausgebildete Abziehkontur 7 einschraubbar ist.

[0029] Grundsätzlich kann das Abziehwerkzeug 14 so ausgestaltet sein, dass damit genau eine Laufschaufel 1 vom Rotor 4 abziehbar ist. Zweckmäßig ist jedoch eine Ausführungsform, bei welcher das Abziehwerkzeug 14 so gestaltet ist, dass damit mehrere in Umfangsrichtung benachbarte Laufschaufeln 1 im wesentlichen gleichzeitig vom Rotor 4 abgezogen werden können. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn mehrere Laufschaufel 1 über ein äußeres Deckband miteinander verhakt sind und diese Verhakung erst dann lösbar ist, wenn die Laufschaufeln 1 vom Rotor 4 abgezo-

gen sind. Bei einer derartigen Ausführungsform kann dann der Träger 22 als Ring oder als Ringsegment ausgebildet sein, wobei der Ring bzw. das Ringsegment dann so dimensioniert ist, dass er/es beim Abziehen der Laufschaufeln 1 koaxial zum Rotor 4 an diesem angeordnet werden kann. An diesem Träger 22 können dann mehrere Schlitten 19 und/oder mehrere Antriebe 20 gehalten sein.

[0030] Das erfindungsgemäße Abziehwerkzeug 14 arbeitet wie folgt:

[0031] Im Ausgangszustand befindet sich die Laufschaufel 1 bzw. deren Verankerungsabschnitt 5 noch vollständig in der Verankerungsnut 6 des Rotors 4. Das Abziehwerkzeug 14 wird an den Rotor 4 angesetzt, so dass sich die Abstützkontur 18 axial am Rotor 4 abstützt. Der Schlitten 19 ist maximal zur Laufschaufel 1 hin verstellt. Die Mutter 28 befindet sich dann an einem vom Schlitten 19 entfernten zweiten Ende 31 der Gewindestange 23 und stützt sich an der Konsole 21 bzw. an deren Bauteil 25 axial ab. Die Gewindestange 23 ist dementsprechend zur Laufschaufel 1 hin axial verstellt. Nun kann das Abziehglied 15 mit der Abziehkontur 7 in Eingriff gebracht und fest mit dem Schlitten 19 verbunden werden. Hierzu wird das Abziehglied 15 beispielsweise mit einer Schraube 32 am Schlitten 19 festgelegt. Das Abziehglied 15 kann hierbei ein axial orientiertes Langloch 33 aufweisen, was die Positionierung des Abziehglieds 15 vereinfacht. Nach dem Anbringen des Abziehglieds 32 greift dessen Haken 16 in die Nut 13 der Abziehkontur 7 ein. Die Stangen 30 der Halteeinrichtung 29 können noch nicht in den Verankerungsabschnitt 5 der Laufschaufel 1 eingreifen und sind daher im Schlitten 19 axial, hier nach links, verstellt.

[0032] Zum Abziehen der Laufschaufel 1 vom Rotor 4 kann nun die Mutter 28 angezogen werden. Hierdurch werden Axialkräfte über die Gewindestange 23 in den Schlitten 19 und über das Abziehglied 15 und die Abziehkontur 7 in die Laufschaufel 1 eingeleitet. Da der Krafteinleitungspunkt durch die Anordnung der Abziehkontur 7 für das Abziehen günstig gewählt werden kann, können relativ hohe axiale Kräfte übertragen werden, ohne dass die Gefahr einer Verkantung der Laufschaufel 1 entsteht. Die Laufschaufel 1 setzt sich daher entsprechend einem Pfeil 34 in Bewegung und wird so allmählich vom Rotor 4 abgezogen. Mit fortschreitender Abziehbewegung können die Stangen 30 in die Verzahnung des Verankerungsabschnitts 5 eingeführt werden, um die Laufschaufel 1 seitlich zu sichern. Ab einer vorbestimmten Ausziehstrecke kommt die Laufschaufel 1 bzw. ihr Verankerungsabschnitt 5 mit einer dem Rotor 4 zugewandten Unterseite 35 auf einer der Laufschaufel 1 zugewandten Stützfläche 36 zur Anlage, die an der Konsole 21 bzw. an deren Träger 22 ausgebildet ist und die Laufschaufel 1 dann zusätzlich radial unterstützt.

[0033] Von besonderer Bedeutung ist beim erfindungsgemäßen Abziehwerkzeug 14 außerdem, dass Reaktionskräfte, die beim Einleiten der Abziehkräfte in die Laufschaufel 1 entstehen, über die Abstützkontur 18

auf den Rotor 4 abgestützt werden, so dass sich ein in sich geschlossener Kraftfluss ergibt, was die Erzeugung der benötigten, relativ großen Abziehkräfte bzw. deren Abstützung erheblich vereinfacht.

Bezugszeichenliste

[0034]

10	1	Laufschaufel
	2	Blatt
	3	Fuß
	4	Rotor
	5	Verankerungsabschnitt
15	6	Verankerungsnut
	7	Abziehkontur
	8	Bereich von 3
	9	Stirnseite von 3
	10	Steg
20	11	Hinterschnitt
	12	Kavität
	13	Nut
	14	Abziehwerkzeug
	15	Abziehglied
25	16	Haken
	17	Antriebseinrichtung
	18	Abstützkontur
	19	Schlitten
	20	Antrieb
30	21	Konsole
	22	Träger
	23	Gewindestange
	24	Durchgangsbohrung
	25	Bauteil
35	26	Gewindebohrung
	27	erstes Ende von 23
	28	Mutter
	29	Halteeinrichtung
	30	Stangen
40	31	zweites Ende von 23
	32	Schraube
	33	Langloch
	34	Abziehrichtung
	35	Unterseite von 1/5
45	36	Oberseite von 21/22

Patentansprüche

- 50 1. Laufschaufel für eine Strömungsmaschine,
- mit einem aerodynamischen Blatt (2) und mit einem Fuß (3),
 - wobei der Fuß (3) an einer vom Blatt (2) abgewandten Seite einen Verankerungsabschnitt (5) aufweist, der in eine dazu komplementäre, in einem Rotor (4) der Strömungsmaschine ausgebildete axiale Verankerungsnut (6) axial
- 55

- einschiebbar ist, um die Laufschaufel (1) durch Formschluss zwischen Verankerungsabschnitt (5) und Verankerungsnut (6) am Rotor (4) radial zu befestigen,
- wobei am Fuß (3) wenigstens eine Abziehkontur (7) ausgebildet ist, über die mittels eines dazu komplementären Abziehglieds (15) eine axiale Abziehkraft in die am Rotor (4) befestigte Laufschaufel (1) einleitbar ist.
2. Laufschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Abziehkontur (7) an einer axialen Stirnseite (9) des Fußes (3) angeordnet ist.
3. Laufschaufel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Abziehkontur (7) eine in die Stirnseite (9) des Fußes (3) eingebrachte axiale Gewindebohrung ist.
4. Laufschaufel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Abziehkontur (7) einen Steg (10) aufweist, der sich quer zur Axialrichtung und quer zur Radialrichtung erstreckt und der einen Hinterschnitt (11) bildet, wobei das Abziehglied (15) zum Abziehen der Laufschaufel (1) vom Rotor (4) in den Hinterschnitt (11) eingreift und die axiale Abziehkraft über den Steg (10) in die Laufschaufel (1) einleitet.
5. Laufschaufel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steg (10) und der Hinterschnitt (11) in einer Kavität (12) angeordnet sind, die in einer axialen Stirnseite (9) des Fußes (3) ausgebildet ist.
6. Laufschaufel nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steg (10) und der Hinterschnitt (11) durch eine Nut (13) gebildet sind, die innerhalb der Kavität (12) im Fuß (3) ausgebildet ist.
7. Laufschaufel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (13) radial offen ist.
8. Laufschaufel nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (13) in einem dem Verankerungsabschnitt (5) zugewandten Bereich der Kavität (12) angeordnet ist.
9. Laufschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Abziehkontur (7) in einem vom Verankerungsabschnitt (5) beabstandeten Bereich (8) des Fußes (3) angeordnet ist.
10. Abziehwerkzeug zum Abziehen einer Laufschaufel (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, von einem Rotor (4) einer Strömungsmaschine,
- mit wenigstens einem Abziehglied (15), das komplementär zu einer an der Laufschaufel (1) ausgebildeten Abziehkontur (7) ausgebildet ist,
 - mit einer Antriebseinrichtung (17), die beim Abziehen der Laufschaufel (1) vom Rotor (4) das Abziehglied (15) in Abziehrichtung (34) axial antreibt,
 - mit einer Abstützkontur (18), über die sich das Abziehwerkzeug (14) beim Abziehen der Laufschaufel (1) am Rotor (4) axial abstützt.
11. Abziehwerkzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abziehwerkzeug (14) zum simultanen Abziehen mehrere Laufschaufeln (1) vom Rotor (4) ausgebildet ist.
12. Abziehwerkzeug nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (17) einen Schlitten (19) aufweist, der das Abziehglied (15) trägt und mittels eines Antriebs (20) axial entlang einer die Abstützkontur (18) aufweisenden Konsole (21) verstellbar ist.
13. Abziehwerkzeug nach den Ansprüchen 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Konsole (21) einen die Abstützkontur (18) aufweisenden Träger (22) aufweist, der als Ring oder Ringsegment ausgebildet ist, der/ das beim Abziehen der wenigstens einen Laufschaufel (1) koaxial zum Rotor (4) angeordnet ist,
 - **dass** der Träger (22) mehrere Schlitten (19) und/oder mehrere Antriebe (20) trägt.
14. Abziehwerkzeug nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb (20) eine axiale Gewindestange (23) aufweist, die mit einem Ende (27) am Schlitten (19) befestigt ist und eine Durchgangsbohrung (24) durchsetzt, die an der Konsole (21) oder an einem an der Konsole (21) befestigten Bauteil (25) ausgebildet ist, wobei eine Mutter (28) an einer vom Schlitten (19) abgewandten Seite auf die Gewindestange (23) aufgeschraubt ist.
15. Abziehwerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Halteeinrichtung (29) vorge-

sehen ist, die beim Abziehen der Laufschaufel (1) mit dem Verankerungsabschnitt (5) der Laufschaufel (1) zusammenwirkt und die Laufschaufel (1) seitlich abstützt.

5

16. Abziehwerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Abziehglied (15) einen Haken (16) aufweist, der den Steg (10) der Abziehkontur (7) hintergreift und in den Hinterschnitt (11) der Abziehkontur (7) eingreift.

10

17. Abziehwerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 15,

15

dadurch gekennzeichnet,

dass das Abziehglied (15) ein in die als Gewindebohrung ausgebildete Abziehkontur (7) einschraubbarer Gewindebolzen ist.

20

25

30

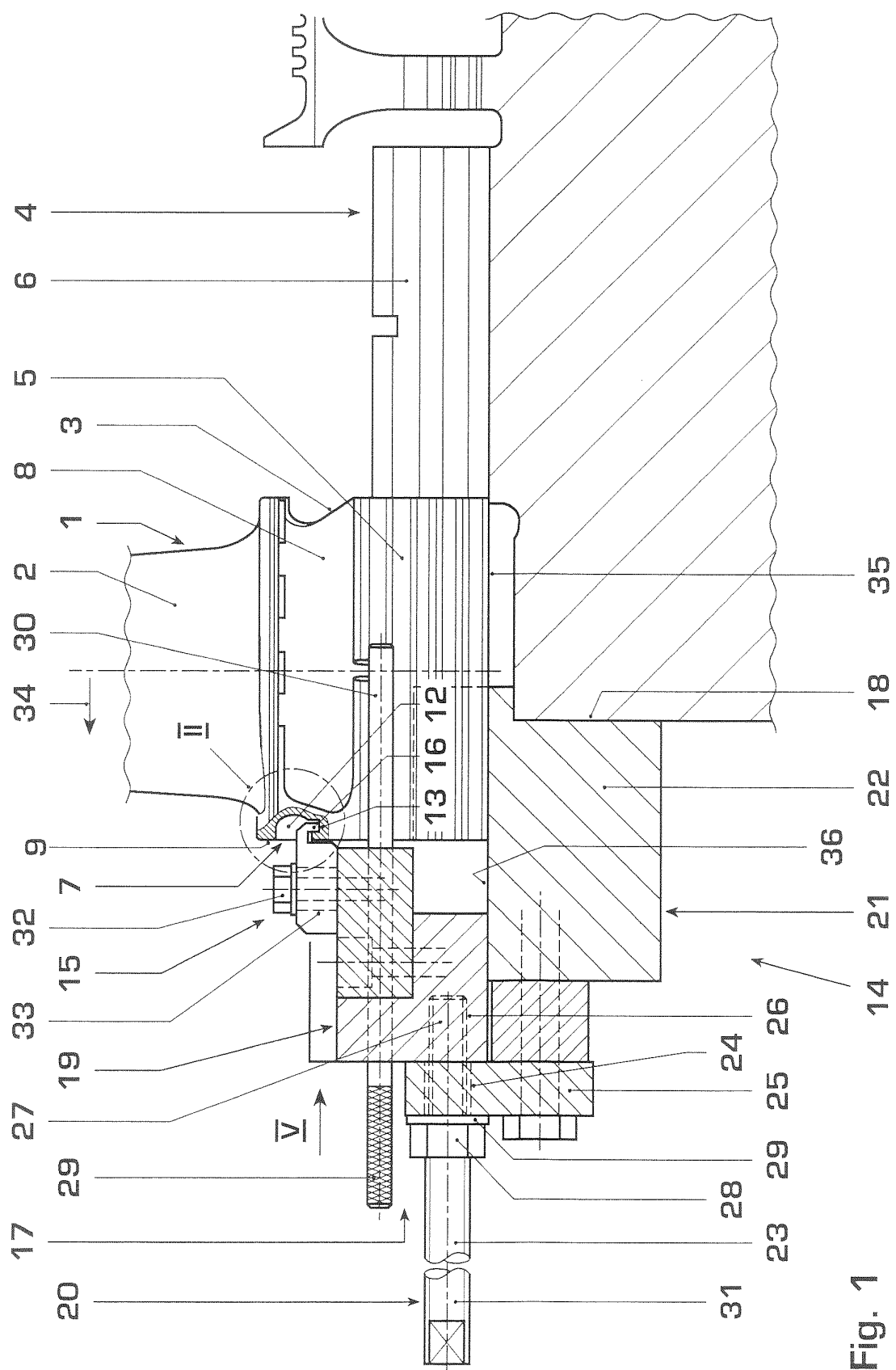
35

40

45

50

55



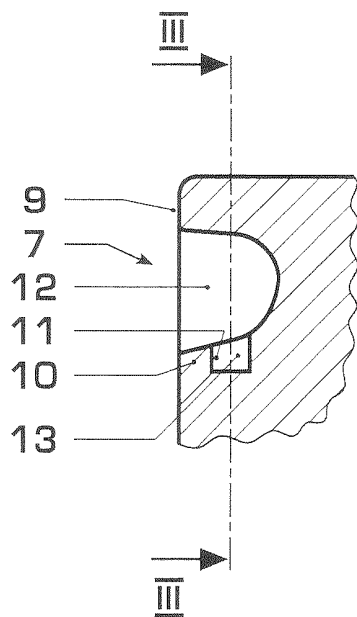


Fig. 2

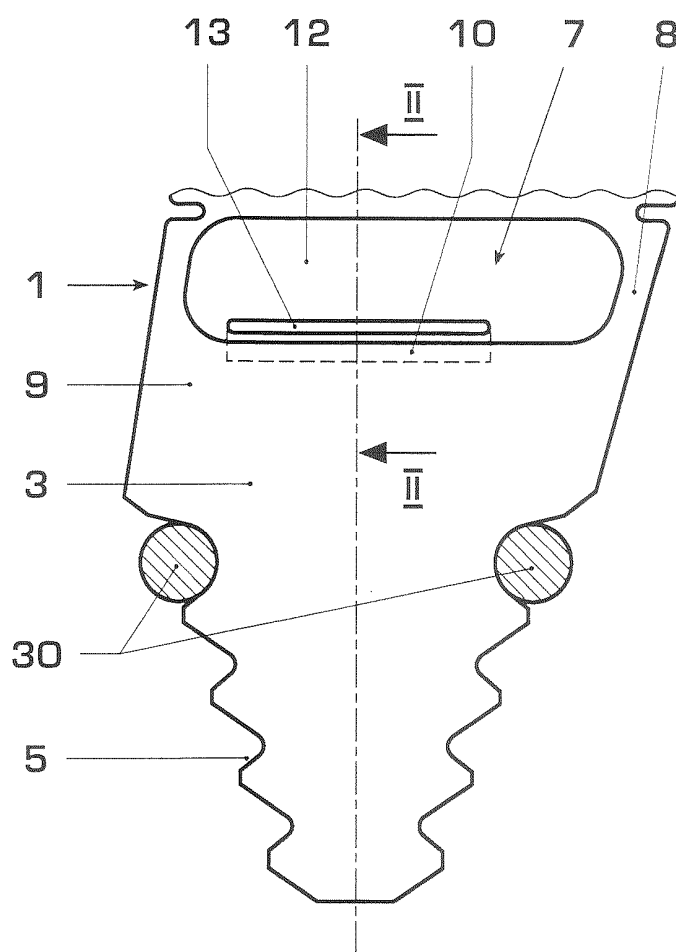


Fig. 5

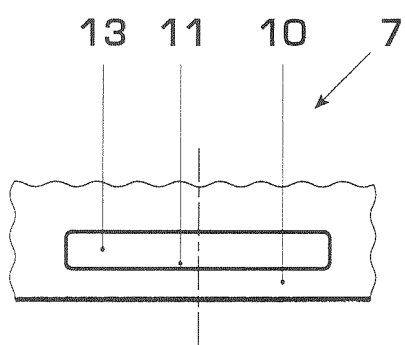


Fig. 4

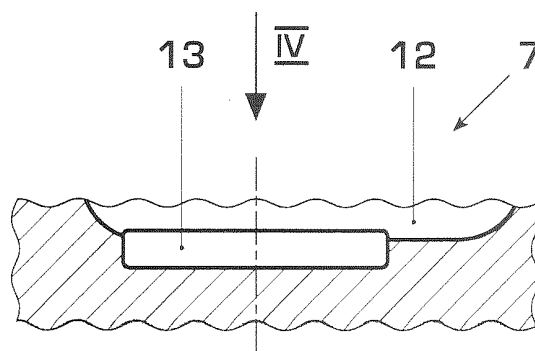


Fig. 3